

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-350065

(43) 公開日 平成11年(1999)12月21日

| | | |
|---------------------------|-------|---------------|
| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | F I |
| C 2 2 C 38/00 | 3 0 1 | C 2 2 C 38/00 |
| 38/38 | | 3 0 1 M |
| 38/60 | | 38/38 |
| | | 38/60 |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-155515

(22) 出願日 平成10年(1998) 6 月 4 日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72) 発明者 井上 幸一郎

大阪府吹田市昭和町27-20

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094

(74) 代理人 弁理士 荒崎 勝美

(54) 【発明の名称】 旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼

(57) 【要約】

【課題】 靱性を大幅に低下することなく、また鍛造性および熱間加工性を低下することなく旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼を提供すること。

【解決手段】 重量%で、C: 0.2~0.6%、Si: 0.05~2.0%、Mn: 0.1~2.0%、Cr: 0.05~1.5%、V: 0.05~0.5%、S: 0.005~0.4%、s-Al: 0.001~0.1%、Ca: 0.0005~0.02%、O: 0.0005~0.01%およびN: 0.001~0.04%を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有し、熱間鍛造後の組織がフェライト+パーライトであり、さらにCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとすると、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であるような介在物を含有することを特徴とする旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で(以下同じ)、C:0.2~0.6%、Si:0.05~2.0%、Mn:0.1~2.0%、Cr:0.05~1.5%、V:0.05~0.5%、S:0.005~0.4%、s-Al:0.001~0.1%、Ca:0.0005~0.02%、O:0.0005~0.01%およびN:0.001~0.04%を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有し、熱間鍛造後の組織がフェライト+パーライトであり、さらにCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとすると、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であるような介在物を含有することを特徴とする旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼。

【請求項2】 C:0.2~0.6%、Si:0.05~2.0%、Mn:0.1~2.0%、Cr:0.05~1.5%、V:0.05~0.5%、S:0.005~0.4%、s-Al:0.001~0.1%、Ca:0.0005~0.02%、O:0.0005~0.01%およびN:0.001~0.04%を含有し、さらにCu:1.5%以下、Ni:1.5%以下、Mo:1.0%以下、Ti:0.5%以下およびNb:0.5%以下の1種または2種以上を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有し、熱間鍛造後の組織がフェライト+パーライトであり、さらにCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとすると、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であるような介在物を含有することを特徴とする旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼。

【請求項3】 C:0.2~0.6%、Si:0.05~2.0%、Mn:0.1~2.0%、Cr:0.05~1.5%、V:0.05~0.5%、S:0.005~0.4%、s-Al:0.001~0.1%、Ca:0.0005~0.02%、O:0.0005~0.01%およびN:0.001~0.04%を含有し、さらにPb:0.4%以下、Bi:0.4%以下、Se:0.5%以下およびTe:0.1%以下の1種または2種以上を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有し、熱間鍛造後の組織がフェライト+パーライトであり、さらにCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとすると、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であるような介在物を含有することを特徴とする旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼。

【請求項4】 C:0.2~0.6%、Si:0.05~2.0%、Mn:0.1~2.0%、Cr:0.05

~1.5%、V:0.05~0.5%、S:0.005~0.4%、s-Al:0.001~0.1%、Ca:0.0005~0.02%、O:0.0005~0.01%およびN:0.001~0.04%を含有し、さらにCu:1.5%以下、Ni:1.5%以下、Mo:1.0%以下、Ti:0.5%以下およびNb:0.5%以下の1種または2種以上を含有し、またPb:0.4%以下、Bi:0.4%以下、Se:0.5%以下およびTe:0.1%以下の1種または2種以上を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有し、熱間鍛造後の組織がフェライト+パーライトであり、またCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとすると、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であるような介在物を含有することを特徴とする旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼に関する。

【0002】

【従来の技術】 熱間鍛造用非調質鋼は、熱間加工後の調質処理を省略することができるため、自動車産業、産業機械用などに広く機械構造用部品に適用されている。これらの部品は熱間で塑性加工後、切削加工によって目的とした最終形状に仕上げるのが一般的である。このため、被削性の優れていることが重要である。従来、この熱間鍛造用非調質鋼の被削性を改善する方法として、S、Pb、Bi、Se、TeまたはCaを含有させることが知られている。しかし、最近、熱間鍛造用非調質鋼の強度および靱性がますます高くなり、また被削性がより優れたものが要請されており、従来のように単にS、Pb、Bi、Se、Te、Caなどを含有させるだけでは、これらの要請にこたえることができなくなってきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、靱性が大幅に低下することなく、また鍛造性および熱間加工性を低下することなく切削加工性の中でもほとんどの部品で適用される旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼を提供することを課題としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、本発明者は、旋削加工性に優れた熱間鍛造用非調質鋼を開発すべく成分組成、硫化物の形態、製造方法などについて研究していたところ、鋼中の硫化物系介在物中のCa量を調整すると、旋削加工用工具の表面に硫化物系の保護膜が形成され、その結果として工具寿命が大幅に向上するとの知見を得て本発明をなしたものである。

【0005】すなわち、本発明の熱間鍛造用非調質鋼においては、C:0.2~0.6%、Si:0.05~2.0%、Mn:0.1~2.0%、Cr:0.05~1.5%、V:0.05~0.5%、S:0.005~0.4%、s-Al:0.001~0.1%、Ca:0.0005~0.02%、O:0.0005~0.01%およびN:0.001~0.04%を含有し、さらに必要に応じてCu:1.5%以下、Ni:1.5%以下、Mo:1.0%以下、Ti:0.5%以下およびNb:0.5%以下の1種または2種以上を含有し、また必要に応じてPb:0.4%以下、Bi:0.4%以下、Se:0.5%以下およびTe:0.1%以下の1種または2種以上を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる組成を有し、熱間鍛造後の組織がフェライト+パーライトであり、さらにCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとするとき、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ であるような介在物を含有するものとするのである。

【0006】

【作用】次に、上記本発明の熱間鍛造用非調質鋼を構成する成分組成を上記のように限定している理由を説明する。

C:0.2~0.6%

Cは、強度を向上させるために含有させる元素で、0.2%より少ないと必要な強度が得られず、0.6%を超えると被削性および靱性が低下するので、その含有量を0.2~0.6%とする。

Si:0.05~2.0%

Siは、脱酸させるため、および初析フェライトを強化させるために含有させる元素で、0.05%より少ないとこれらの効果が得られず、2.0%を超えると熱間加工性および靱性が低下するので、その含有量を0.05~2.0%とする。

【0007】Mn:0.1~2.0%

Mnは、靱性を向上させるために含有させる元素で、0.1%より少ないと必要な靱性が得られず、2.0%より多いと熱間加工後の空冷でベイナイトが生成して靱性が低下するので、その含有量を0.1~2.0%とする。

Cr:0.05~1.5%

Crは、靱性を向上させるために含有させる元素で、0.05%より少ないと必要な靱性が得られず、1.5%より多いと熱間加工後の空冷でベイナイトが生成して靱性が低下するので、その含有量を0.05~1.5%とする。

【0008】V:0.05~0.5%

Vは、熱間加工後の冷却中に炭窒化物として微細に析出させて強度を高くするために含有させる元素で、0.0

5%より少ないとその効果が得られず、0.5%より多くしてもその効果が飽和し、経済的に不利であるので、その含有量を0.05~0.5%とする。

S:0.005~0.4%

Sは、被削性を向上させるために有効な元素で、0.005%より少ないと必要な被削性が得られず、0.4%より多いと靱性を低下し、またCaと高融点のCaSを形成して鋳造時にノズルを閉塞させるので、その含有量を0.005~0.4%とする。

【0009】s-Al:0.001~0.1%

s-Al（酸可溶性Alのこと）は、脱酸させるために含有させる元素で、0.001より少ないとその効果が得られず、0.1%より多いと硬質のアルミナクラスター（高融点）が生成して鋳造時にノズルを閉塞させるので、その含有量を0.001~0.1%とする。

Ca:0.0005~0.02%

Caは、硫化物中にCaSとして存在させることにより、旋削加工時に工具に保護膜を形成させ、工具寿命を大幅に向上させるために含有させる元素で、0.0005%より少ないとその効果が得られず、0.02%より多いと高融点のCaSを形成して鋳造時にノズルを閉塞させるので、その含有量を0.0005~0.02%とする。

【0010】O:0.0005~0.01%

Oは、CaOを生成させるために必要な元素で、0.0005%より少ないと高融点のCaSを多量に生成して鋳造時にノズルを閉塞させ、また0.01%より多いと過剰のCaOが生成して被削性を低下するので、その含有量を0.0005~0.01%とする。好ましい量は0.0015%以上である。

N:0.001~0.04%

Nは、結晶粒の粗大化を防止するために必要な元素で、0.001より少ないと結晶粒の粗大化を防止する効果が得られず、0.04%より多くてもその効果が飽和するので、その含有量を0.001~0.04%とする。

【0011】Cu:1.5%以下、Ni:1.5%以下、Mo:1.0%以下

Cu、NiおよびMoは、靱性を向上させるために含有させる元素で、Cuを1.5%、Niを1.5%およびMo:1.0%より多くてもその効果が飽和するので、その含有量を上記の通りとする。

Ti:0.5%以下、Nb:0.5%以下

TiとNbは、Vと同様に炭窒化物を形成して微細に析出させて強度を向上させるとともに、結晶粒を微細化するために含有させる元素で、0.5%より多くてもその効果が飽和するので、その含有量を上記の通りとする。

【0012】Pb:0.4%以下、Bi:0.4%以下

PbおよびBiは、被削性を向上させるために含有させる元素で、0.4%より多いと熱間加工性および靱性を

低下するので、その含有量を0.4%以下とする。

Se: 0.5%以下、Te: 0.1%以下

SeおよびTeは、被削性を向上させるために含有させる元素で、Seを0.5%、Teを0.1%より多いと熱間加工性を低下するので、その含有量をSeを0.5%以下、Teを0.1%以下とする。

【0013】さらに、本発明において、熱間鍛造後の組織をフェライト+パーライトにしているのは、熱間鍛造後の組織がベイナイトになったり、ベイナイトが混合されると靱性が低下するからである。

【0014】また、本発明において、介在物の組成および面積率をCa含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとすると、面積率で $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ にするのは、次のとおりである。一般に鋼中の硫化物は、その主成分がMnSであり、Caを含有させるとMnの一部がCaに置換される。この硫化物中のCa含有量が40%を超えると硫化物の融点が高くなり、鑄造性を悪化するとともに旋削工具の寿命を長くする効果も少ない。したがって、このような硫化物は全体の30%以下にする必要がある。これに対し、硫化物中のCa含有量が0.3~40%になると、旋削加工中に旋削工具の表面に工具保護膜を生成し、旋削工具の寿命を大幅に長くする。したがって、このような硫化物を10%存在させる必要がある。

【0015】本発明の熱間鍛造用非調質鋼の用途は、コネクティングロッド、フロントハブ、キャリアハブ、ナックルアーム、キャブ、バランスウェイト、クランクシャフトなどである。また、本発明の熱間鍛造用非調質鋼の製造方法は、この種の鋼の製造方法と同様であるが、 $A/(A+B+C) \leq 0.3$ 、かつ $B/(A+B+C) \geq 0.1$ になるようにO、S、CaおよびAlの量のコントロールが重要である。

【0016】

10 【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例を説明する。

【実施例】下記表1に示す成分組成の鋼を5tアーク炉または150kg真空高周波誘導炉で溶製した後、鑄造して鑄塊を製造した。得られた鑄塊は熱間圧延あるいは熱間鍛造をしてφ50mmにした。これをさらに1200℃でφ25mmまでワンヒートで鍛造し、冷却速度を一定にするため適当な間隔を空けて空冷して供試材を製造した。この製造過程において、鑄造性および熱間加工性を調査してその結果を表1に示した。このうち鑄造性は鑄造ノズルが高融点物質により閉塞し、鑄造量全体の10%以上残して鑄造続行が不能になった場合を劣とした。また熱間加工性は、熱間鍛造または熱間圧延時に割れが発生した場合を劣とした。

【0017】

【表1】

表 1

8
(wt%)

| | No | C | Si | Mn | Cr | V | S | S-Al | Ca | O | N | その他 |
|-------------|----|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|-------|------------------------|
| 本 発 明 | 1 | 0.25 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.008 | 0.0032 | 0.0020 | 0.010 | — |
| | 2 | 0.35 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.005 | 0.0031 | 0.0021 | 0.011 | — |
| | 3 | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.052 | 0.006 | 0.0028 | 0.0025 | 0.010 | — |
| | 4 | 0.55 | 0.50 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.049 | 0.005 | 0.0035 | 0.0021 | 0.012 | — |
| | 5 | 0.45 | 1.50 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.005 | 0.0031 | 0.0024 | 0.008 | — |
| | 6 | 0.45 | 0.25 | 1.50 | 0.20 | 0.10 | 0.062 | 0.004 | 0.0021 | 0.0018 | 0.010 | — |
| | 7 | 0.45 | 0.28 | 0.70 | 1.00 | 0.10 | 0.054 | 0.005 | 0.0019 | 0.0025 | 0.011 | — |
| | 8 | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.30 | 0.042 | 0.004 | 0.0026 | 0.0021 | 0.011 | — |
| | 9 | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.058 | 0.005 | 0.0028 | 0.0021 | 0.025 | — |
| | 10 | 0.46 | 0.25 | 0.68 | 0.20 | 0.10 | 0.015 | 0.005 | 0.0027 | 0.0022 | 0.009 | — |
| | 11 | 0.47 | 0.25 | 0.69 | 0.20 | 0.10 | 0.148 | 0.005 | 0.0021 | 0.0026 | 0.009 | — |
| | 12 | 0.45 | 0.25 | 0.69 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.012 | 0.0028 | 0.0019 | 0.009 | — |
| | 13 | 0.46 | 0.26 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.056 | 0.0034 | 0.0018 | 0.008 | — |
| | 14 | 0.47 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.048 | 0.005 | 0.0031 | 0.0021 | 0.009 | — |
| | 15 | 0.44 | 0.28 | 0.69 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.005 | 0.0132 | 0.0020 | 0.011 | — |
| | 16 | 0.43 | 0.25 | 0.70 | 0.21 | 0.10 | 0.048 | 0.004 | 0.0033 | 0.0022 | 0.010 | — |
| | 17 | 0.46 | 0.25 | 0.70 | 0.21 | 0.10 | 0.051 | 0.004 | 0.0031 | 0.0025 | 0.011 | — |
| | 18 | 0.46 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.052 | 0.005 | 0.0045 | 0.0022 | 0.012 | — |
| | 19 | 0.46 | 0.25 | 0.68 | 0.20 | 0.11 | 0.048 | 0.005 | 0.0025 | 0.0026 | 0.011 | — |
| | 20 | 0.45 | 0.25 | 0.69 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.004 | 0.0021 | 0.0021 | 0.014 | — |
| 例 | 21 | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.004 | 0.0031 | 0.0021 | 0.011 | Cu:0.6 |
| | 22 | 0.46 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.055 | 0.004 | 0.0029 | 0.0022 | 0.009 | Ni:0.5 |
| | 23 | 0.45 | 0.25 | 0.69 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.005 | 0.0028 | 0.0020 | 0.009 | Mo:0.2 |
| | 24 | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.21 | 0.10 | 0.052 | 0.004 | 0.0028 | 0.0022 | 0.011 | Ti:0.04 |
| | 25 | 0.46 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.005 | 0.0027 | 0.0020 | 0.009 | Nb:0.05 |
| | 26 | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.004 | 0.0031 | 0.0018 | 0.011 | Pb:0.22 |
| | 27 | 0.45 | 0.20 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.056 | 0.005 | 0.0032 | 0.0019 | 0.010 | Bi:0.18 |
| | 28 | 0.45 | 0.25 | 0.71 | 0.20 | 0.10 | 0.054 | 0.005 | 0.0028 | 0.0019 | 0.011 | Se:0.21 |
| | 29 | 0.46 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.049 | 0.008 | 0.0029 | 0.0020 | 0.012 | Te:0.043 |
| | 30 | 0.44 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.005 | 0.0028 | 0.0020 | 0.011 | Ni:0.2, Pb:0.1 |
| 比 較 例 | B | 0.45 | 2.50 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.052 | 0.005 | 0.0021 | 0.0020 | 0.012 | Mo:0.1, Nb:0.1, Bi:0.1 |
| | C | 0.46 | 0.25 | 2.50 | 0.21 | 0.09 | 0.061 | 0.004 | 0.0022 | 0.0019 | 0.011 | Ti:0.02, Cu:0.3 |
| | D | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 2.00 | 0.10 | 0.055 | 0.005 | 0.0021 | 0.0018 | 0.010 | Pb:0.1, Te:0.021 |
| | E | 0.44 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.002 | 0.004 | 0.0023 | 0.0019 | 0.009 | — |
| | F | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.450 | 0.005 | 0.0022 | 0.0025 | 0.012 | — |
| | G | 0.45 | 0.25 | 0.71 | 0.20 | 0.10 | 0.058 | 0.150 | 0.0031 | 0.0019 | 0.011 | — |
| | H | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.005 | — | 0.0022 | 0.009 | — |
| | I | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.056 | 0.005 | 0.0250 | 0.0020 | 0.009 | — |
| | J | 0.46 | 0.26 | 0.71 | 0.20 | 0.10 | 0.052 | 0.008 | 0.0031 | 0.0150 | 0.011 | — |
| | K | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.051 | 0.004 | 0.0029 | 0.0018 | 0.010 | Pb:0.45 |
| O | L | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.005 | 0.0028 | 0.0017 | 0.011 | Bi:0.43 |
| | M | 0.45 | 0.24 | 0.71 | 0.21 | 0.10 | 0.049 | 0.004 | 0.0026 | 0.0020 | 0.009 | Se:0.61 |
| | N | 0.45 | 0.25 | 0.69 | 0.20 | 0.10 | 0.050 | 0.004 | 0.0027 | 0.0021 | 0.008 | Te:0.12 |
| | O | 0.45 | 0.25 | 0.70 | 0.10 | 0.10 | 0.015 | 0.005 | — | 0.0010 | 0.008 | — |

比較例No. O: 従来例

【0018】また、上記供試材から試験片を切り出し、被削性、硫化物の形態、硬さおよび衝撃値を測定し、その結果を下記表2に示した。これらのうち被削性は、P10種の超硬工具を用いて切削速度200m/min、送り0.1mm/rev. 乾式で横逃げ面平均工具摩耗幅が0.2mmまでの加工時間を測定して、比較例Oの従来鋼の加工時間を100としたときの工具寿命比で表した。さらに、硫化物の形態の評価は、EPMAにより*

* 視野0.05平方ミリメートル以上の硫化物を分析し、Ca含有量が40%を超える硫化物をA、Ca含有量が0.3~40%の硫化物をB、Ca含有量が0.3%より少ない硫化物をCとしてA、B、C各々の面積率を求めた。また、硬さはロックウェルCスケールで測定し、衝撃値はJIS3号衝撃試験片を用いて測定した。

【0019】

【表2】

表 2

| No. | A/(A+B+C) | B/(A+B+C) | 硬 さ (HRC) | 衝撃値 (J/cm ²) | 鋳造性 | 熱間加工性 | 被削性 |
|-----|-----------|-----------|--------------|-----------------------------|-----|-------|------|
| 1 | 0.03 | 0.28 | 10.3 | 198 | 良 | 良 | — |
| 2 | 0.04 | 0.31 | 15.9 | 145 | 良 | 良 | — |
| 3 | 0.00 | 0.25 | 20.8 | 114 | 良 | 良 | — |
| 4 | 0.08 | 0.39 | 29.1 | 66 | 良 | 良 | — |
| 5 | 0.05 | 0.28 | 25.7 | 85 | 良 | 良 | — |
| 6 | 0.01 | 0.19 | 26.8 | 77 | 良 | 良 | — |
| 7 | 0.00 | 0.21 | 29.0 | 65 | 良 | 良 | — |
| 8 | 0.00 | 0.19 | 29.5 | 63 | 良 | 良 | — |
| 9 | 0.00 | 0.21 | 21.2 | 111 | 良 | 良 | — |
| 10 | 0.02 | 0.18 | 22.4 | 105 | 良 | 良 | 806 |
| 11 | 0.00 | 0.15 | 23.0 | 99 | 良 | 良 | 746 |
| 12 | 0.01 | 0.17 | 20.2 | 118 | 良 | 良 | 746 |
| 13 | 0.07 | 0.21 | 21.3 | 110 | 良 | 良 | 816 |
| 14 | 0.12 | 0.34 | 21.7 | 109 | 良 | 良 | 888 |
| 15 | 0.28 | 0.42 | 20.9 | 113 | 良 | 良 | 951 |
| 16 | 0.09 | 0.21 | 21.5 | 111 | 良 | 良 | 824 |
| 17 | 0.08 | 0.23 | 20.3 | 110 | 良 | 良 | 813 |
| 18 | 0.29 | 0.31 | 20.9 | 112 | 良 | 良 | 876 |
| 19 | 0.00 | 0.19 | 20.8 | 113 | 良 | 良 | 689 |
| 20 | 0.00 | 0.16 | 21.0 | 112 | 良 | 良 | 710 |
| 21 | 0.02 | 0.21 | 25.2 | 89 | 良 | 良 | — |
| 22 | 0.00 | 0.19 | 24.1 | 94 | 良 | 良 | — |
| 23 | 0.00 | 0.20 | 23.8 | 97 | 良 | 良 | — |
| 24 | 0.00 | 0.20 | 26.5 | 81 | 良 | 良 | — |
| 25 | 0.00 | 0.19 | 24.3 | 93 | 良 | 良 | — |
| 26 | 0.03 | 0.23 | 20.4 | 115 | 良 | 良 | 1209 |
| 27 | 0.00 | 0.21 | 21.1 | 113 | 良 | 良 | 1549 |
| 28 | 0.00 | 0.21 | 20.4 | 119 | 良 | 良 | 1245 |
| 29 | 0.00 | 0.19 | 22.0 | 106 | 良 | 良 | 1164 |
| 30 | 0.00 | 0.19 | 22.7 | 105 | 良 | 良 | 784 |
| 31 | 0.00 | 0.18 | 25.2 | 89 | 良 | 良 | 619 |
| 32 | 0.00 | 0.18 | 21.8 | 109 | 良 | 良 | — |
| 33 | 0.00 | 0.21 | 22.1 | 107 | 良 | 良 | 1273 |
| A | 0.00 | 0.21 | 31.2 | 31 | 良 | 良 | — |
| B | 0.00 | 0.22 | 27.7 | 45 | 良 | 良 | — |
| C | 0.00 | 0.18 | 34.3 | 32 | 良 | 良 | — |
| D | 0.00 | 0.16 | 36.4 | 19 | 良 | 良 | — |
| E | 0.00 | 0.17 | 20.0 | 119 | 良 | 良 | 161 |
| F | 0.00 | 0.18 | 22.1 | 58 | 良 | 劣 | 849 |
| G | 0.00 | 0.19 | 21.6 | 108 | 良 | 劣 | 267 |
| H | 0.00 | 0.00 | 22.5 | 103 | 良 | 劣 | 249 |
| I | 0.32 | 0.42 | 21.4 | 109 | 良 | 劣 | 312 |
| J | 0.02 | 0.23 | 22.8 | 104 | 劣 | 劣 | 611 |
| K | 0.00 | 0.19 | 20.1 | 57 | 良 | 良 | 1634 |
| L | 0.00 | 0.18 | 21.2 | 61 | 良 | 良 | 1798 |
| M | 0.00 | 0.19 | 19.8 | 72 | 良 | 劣 | 1258 |
| N | 0.00 | 0.20 | 20.6 | 68 | 良 | 劣 | 1364 |
| O | 0.00 | 0.00 | 19.2 | 125 | 良 | 良 | 100 |

比較例No. O: 従来例

【0020】これらの結果より、本発明の熱間鍛造用非調質鋼は、靱性値がいずれも63J/cm²以上であり、鋳造性および熱間加工性が良であった。また、被削性は、比較例Oの従来鋼に比較していずれも6倍以上であった。これに対して、C含有量が高い比較例AとSi含有量が高い比較例Bは、靱性が非常に低くなっていた。さらにMn含有量が高い比較例CとCr含有量が高い比較例Dは、ベイナイトが生成して靱性が非常に低くなっていた。またS含有量が低い比較例Eは、被削性が劣っており、S含有量が高い比較例Fは靱性と熱間加工性が劣っていた。またs-A1含有量が高い比較例Gと*50

40*O含有量が高いJは、鋳造性と熱間加工性が劣っていた。またCa含有量が無添加の比較例Hは、被削性が低く、Ca含有量が高い比較例Iは、鋳造性と熱間加工性が劣っていた。またPb含有量が高い比較例KとBi含有量が高い比較例Lは、靱性が低くなっていた。またSe含有量が高い比較例MとTe含有量が高い比較例Nは、靱性が低いとともに、熱間加工性も劣っていた。

【0021】

【発明の効果】本発明の熱間鍛造用非調質鋼は、上記構成にしたことにより、靱性を大幅に低下することなく、また鋳造性および熱間加工性を低下することなく旋削加

(7)

特開平11-350065

1.1

12

工性を高くすることができるという優れた効果を奏する。